

VARIAÇÃO NA ACIDEZ DO CALDO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR APTAS PARA O CORTE NO MEIO DE SAFRA

Luiz Carlos Tasso Junior ¹; Joana Diniz Rosa da Silva ²; Hélio Francisco da Silva Neto³; Diogo Marques⁴; Marcos Omir Marques⁵

¹ Bolsista CAPES - Pós-doutorando em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: lctasso@yahoo.com.br

² Bolsista CAPES - Mestranda em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: jodiniz2@yahoo.com.br

³ Bolsista CNPq - Doutorando em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: heliofsn@hotmail.com

⁴ Graduando em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - UNESP/Jaboticabal. E-mail: diogomarkes@yahoo.com.br

⁵ Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV-Unesp/Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: omir@fcav.unesp.br

RESUMO

A acidez presente no caldo de cana pode interferir nas diversas etapas que envolvem o processamento industrial da cana-de-açúcar. Quando ocorre em níveis elevados podem resultar em redução da eficiência dos processos de produção de açúcar e etanol, elevando seus custos de produção, além de afetar negativamente a qualidade dos produtos finais. Sua determinação fornece informações sobre a qualidade do caldo, podendo indicar a presença de microrganismos responsáveis pelos processos de deterioração do mesmo. As características de maturação dos cultivares, o solo e o clima em que a cultura foi plantada influenciam na acidez. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo determinar os teores total e volátil e calcular os níveis de acidez fixa para seis cultivares de cana-de-açúcar, ao longo da safra 2008/2009. O experimento foi instalado no Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os tratamentos principais foram os seis cultivares de cana com ciclo de maturação no meio de safra (IAC91-1099, IAC94-4004, IAC95-5000, SP81-3250, CTC 15 e RB855536) e o secundário as 5 épocas de análise (0, 14, 28, 42 e 56 dias após a primeira análise). As parcelas experimentais foram compostas por 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento, espaçadas de 1,5 m, totalizando 90 m². Em cada parcela foram coletados 3 feixes de cana, cada um contendo 10 colmos. Os feixes foram encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Açúcar e Etanol da FCAV/UNESP para as determinações analíticas e respectivos cálculos. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para os níveis de acidez total e fixa os cultivares apresentaram comportamentos distintos ao longo da safra. Os cultivares SP81-3250 e IAC94-4004 apresentaram diminuição níveis no meio da safra. Para a acidez volátil os menores valores foram obtidos do meio para o final das épocas analisadas, sendo constatados comportamentos

semelhantes entre os cultivares. Com isso, conclui-se que os cultivares apresentaram comportamentos diferentes, ao longo da safra, para a acidez fixa e total. Os menores teores de acidez volátil coincidiram com a época de maturação dos cultivares. O cultivar de melhor desempenho foi o IAC94-4004.

PALAVRAS-CHAVE: acidez; *Saccharum* spp; variedades

JUICE ACIDITY VARIATION ON MIDDLE HARVEST SUGARCANE CULTIVARS

ABSTRACT

The acidity present in the cane juice can interfere on the several steps that involve sugarcane industrial processing. When higher levels occur they can result in efficiency reduction of the sugar and ethanol production processes, increasing the production costs, besides of affecting negatively the quality of final products. Its determination provides information on juice quality, being able to indicate the presence of microorganisms responsible for the juice deterioration processes. The cultivars maturation characteristics, the soil and the weather which the crop was planted influence the acidity. Thus, the objective of this work was to determine total and volatile levels and calculate fixed acidity levels for six sugarcane cultivars, along the 2008/2009 harvest. The experiment was installed at Jaboticabal county, São Paulo state, Brazil. The experimental design used was completely randomized in subdivided plots, with 3 replications. The main treatments were the six middle harvest cane cultivars (IAC91-1099, IAC94-4004, IAC95-5000, SP81-3250, CTC 15 and RB855536) and the secondary were the 5 analysis epochs (0, 14, 28, 42 and 56 days after first analysis). The experimental plots were composed by 5 sugarcane lines with 12 meters length, separated by 1,5 m, total of 90 m². In each plot 3 sugarcane bundles were collected, each with 10 stalks. The bundles were sent to the Laboratory of Sugar and Ethanol Technology at FCAV/UNESP for analytical determinations and respective calculations. The obtained results were submitted to variance analysis through F test and the averages were compared through Tukey test at 5% probability. About total and fixed acidity levels the cultivars showed distinct behaviors along the harvest. The cultivars SP81-3250 and IAC94-4004 showed diminishment on the middle harvest levels. About volatile acidity the lesser values were obtained from the middle to the end of the analyzed epochs, confirming similar behaviors among the cultivars. Therefore, we can conclude that the cultivars showed different behaviors along the harvest, for fixed and total acidity. The least volatile acidity levels matched the cultivars maturation epochs. The best performance cultivar was IAC94-4004.

KEYWORDS: acidity; *Saccharum* spp; varieties

INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade do caldo de cana pode ser realizada através da determinação de sua acidez (PEREIRA, 2007). Os ácidos orgânicos podem ser produzidos pelo próprio processo metabólico da planta, sendo uma característica intrínseca de cada cultivar de cana-de-açúcar. Segundo Yokoya, (1991) estes ácidos orgânicos presentes no caldo de cana podem ser originados também, pela

contaminação causada pelo metabolismo de bactérias durante os processos industriais.

A acidez do caldo pode ser proveniente do ácido láctico que compõe a acidez fixa, ácido acético que recebe a denominação de acidez volátil e o somatório dessas duas frações que compõe a acidez total (ALCARDE et al., 2002).

O teor desses ácidos na planta pode ser influenciado pelas condições ambientais, idade da cultura e o ciclo de maturação. Ainda de acordo com Pereira (2007), os teores de acidez fixa estão diretamente relacionados com a fertilidade do solo, sendo que quanto mais fértil, maior o teor de ácidos.

Segundo Ripoli & Ripoli, (2004) a acidez é uma característica que pode ser atribuída para estabelecer o padrão de qualidade do caldo de cana e deve apresentar valor inferior a 0,8 de acidez sulfúrica. Portanto, elevados valores de acidez estão relacionados a fatores prejudiciais a qualidade da cana-de-açúcar. A deterioração da cana é um fator que diminui a qualidade da matéria prima. Durante o período de armazenamento, esta degradação, é caracterizada pelo aumento dos níveis de dextrana e acidez (TASSO JÚNIOR et al., 2009).

Os níveis de acidez também podem influenciar diretamente o processamento industrial. O ácido láctico produzido por bactérias contaminantes pode inibir o metabolismo da levedura e reduzir o rendimento fermentativo nos processos de produção de etanol (OLIVA NETO & YOKOYA, 2001).

O ácido acético tem sido quantitativamente o principal componente da fração ácida das aguardentes (LIMA & NOBREGA, 2004). A contaminação da cana por bactérias acéticas eleva a acidez da aguardente, portanto diminui a qualidade deste produto comercial (CAMPUS, 1999). O excesso de acidez promove sabor indesejado, depreciando a qualidade da bebida (CHERUBIN, 1998).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os valores de acidez e avaliar o comportamento de seis cultivares médios de cana-de-açúcar durante um período determinado da safra 2007/2008.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa e Produção (FEPP) da FCAV/UNESP, localizada no Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil a uma altitude média de 575 metros do nível do mar, com relevo caracterizado como suave ondulado. Sua localização geográfica é definida como: latitude 21° 15' 22''S e longitude 48° 18' 58'' WG. A região de clima tropical com inverno seco, e classificado, de acordo como o Sistema Internacional de Classificação de Köppen, como Aw. A pluviometria média anual é de 1425 mm, com concentração de chuvas no verão.

O solo onde o experimento foi instalado é classificado como um Latossolo-Vermelho Escuro, eutrófico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado – EUTRUSTOX (EMBRAPA, 1999). O preparo desse solo foi efetuado no sistema convencional, com uma aração com arado de disco e duas gradagens, sendo uma grade aradora de 270 mm e uma grade niveladora de 195 mm.

O plantio dos cultivares de cana foi realizado em março de 2007. Na distribuição das mudas no sulco de plantio adotou-se o sistema e colmos cruzados, procurando atingir média de 18 gemas por metro linear, sendo que nesta ocasião, foi utilizado, como adubação de plantio 500 kg ha⁻¹ da fórmula 05-25-25, seguindo critérios da perspectiva de produtividade agrícola e análise do solo, de acordo com Boletim 100 – IAC (SPIRONELLO et al., 1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os tratamentos principais foram os seis cultivares de cana (IAC91-1099, IAC94-4004, IAC95-5000, SP81-3250, CTC 15 e RB855536) e o secundário as 5 épocas de análise (0, 14, 28, 42 e 56 dias após a primeira análise). A época zero corresponde à primeira avaliação, quando a cana apresentava 13 meses e 20 dias após o plantio, realizado no dia 20 de março de 2007. As parcelas experimentais foram compostas por 5 linhas de cana com 12 metros de comprimento, espaçadas de 1,5 m, totalizando 90 m².

Em cada parcela foram coletados 3 feixes de cana, cada um contendo 10 colmos. Os feixes foram encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Açúcar e Etanol da FCAV/UNESP para determinação da acidez: total e volátil. Por diferença, procedeu-se ao cálculo da acidez fixa de acordo com MARQUES et al., (2008). Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de acidez total, acidez fixa e acidez volátil dos cultivares estudados.

TABELA 1. Valores médios¹ da acidez total, fixa e Volátil presente no caldo de cana, durante o período analisado.

Tratamentos	Acidez Total	Acidez Fixa	Acidez Volátil
Cultivares Médios (C)	g H ₂ SO ₄ L ⁻¹	g C ₃ H ₆ O ₃ L ⁻¹	g C ₂ H ₄ O ₂ L ⁻¹
CTC 15	0,6317 a	1,1094 a	0,0225 ab
IAC91-1099	0,6212 a	1,0800 a	0,0259 a
IAC95-5000	0,5911 b	1,0287 b	0,0247 ab
RB855536	0,5848 b	1,0314 b	0,0171 b
SP81-3250	0,5060 c	0,8730 c	0,0241 ab
IAC94-4004	0,4386 d	0,7590 d	0,0162 b
Teste F	184,13**	178,36**	5,05*
DMS (5 %)	0,0262	0,0483	0,0087
Época (E)			
0	0,4670 d	0,8085 d	0,0237 b
14	0,4794 d	0,8074 d	0,0354 a
28	0,5126 c	0,8979 c	0,0152 c
42	0,5629 b	0,9882 b	0,0142 c
56	0,7892 a	1,3992 a	0,0202 b
Teste F	470,86**	476,40**	46,61**
DMS (5 %)	0,0244	0,0451	0,005
F para Interação			
CxE	25,57**	25,99**	6,46**
Média Geral	0,5622	0,9802	0,0217
CV % parcelas	3,8053	4,0144	32,5655
CV % subparcelas	4,5986	4,8745	24,4931

¹-Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ** e ^{NS} - Significativo e não significativo ao nível de 1 % de probabilidade. Acidez total – expressa em termos de ácido sulfúrico. Acidez Volátil –

expressa em termos de ácido acético. Acidez Fixa – expressa em termos de ácido láctico.

O cultivar IAC94-4004 se destacou dos demais por apresentar os menores valores de acidez fixa e total (0,4386 e 0,7590 respectivamente), sendo uma característica desejável que melhora a eficiência da produção de etanol, pois o menor teor de ácido láctico favorece o metabolismo das leveduras e aumenta o rendimento fermentativo durante o processo de produção de etanol (OLIVA NETO e YOKOYA, 2001). Já os cultivares CTC 15 e IAC91-1099 obtiveram os maiores valores tanto para a acidez total como para a acidez fixa, valores estes considerados acima do padrão estabelecido por Ripoli & Ripoli (2004). Estes altos valores podem ser relacionados a maior formação de dextrana como constatado por (TASSO JÚNIOR et al., 2009).

Os níveis de acidez volátil não apresentaram grandes variações entre os cultivares. O destaque ficou apenas para os cultivares IAC94-4004 e RB855536 que apresentaram os menores valores, característica que confere a estes exemplares, maior vocação para a produção de aguardente de cana (CHERUBIN, 1998; CAMPUS, 1999).

Ao analisar as épocas constata-se que os valores médios de acidez total e fixa aumentaram no decorrer da safra o que acarreta na concomitante perda de qualidade da matéria-prima. Tal fato pode ser explicado pela A acidez volátil obteve comportamento distinto por apresentar aumento na época 14, posterior queda nas épocas 28 e 42 e voltando a aumentar na última época analisada

O desdobramento dos cultivares sobre as épocas analisadas para os níveis de acidez total, fixa e volátil do caldo, estão apresentados na Figura 1, 2 e 3 respectivamente. Para os níveis de acidez total os cultivares mostraram comportamentos distintos ao longo da safra. Esta disparidade pode ocorrer devido às características intrínsecas de cada cultivar (YOKOYA, 1991). Os cultivares IAC94-4004 e SP81-3250 apresentaram diminuição do nível no meio da safra e aumentaram posteriormente, sendo que o IAC94-4004 obteve os menores níveis de acidez total. Já o cultivar IAC91-1099 se diferenciou por apresentar queda inicial e aumento mais acentuado a partir da segunda análise (época 14), além de possuir os valores mais elevados no final do período analisado. Os níveis dos cultivares CTC 15 e RB855536 foram sempre crescentes ao longo das análises, sendo que o primeiro apresentou teores mais elevados entre as épocas 14 e 42.

Os níveis de acidez fixa apresentaram comportamento similar aos de acidez total, sendo que o IAC94-4004 apresentou os menores valores no período da safra analisado. Assim como observado para a acidez total, os níveis de acidez fixa dos cultivares IAC94-4004 e SP80-3250 também diminuíram no meio da safra. Este comportamento semelhante é explicado pelo fato de que a maior fração da acidez total é formada pela acidez fixa (ALCARDE, 2002).

Para os níveis de acidez volátil, os menores valores foram obtidos do meio para o final das épocas analisadas, sendo constatado comportamento semelhante entre os exemplares de cana-de-açúcar estudados. Os menores teores de acidez volátil coincidiram com a época de maturação dos cultivares. Sendo que o cultivar IAC94-4004 obteve os mais baixos teores na maioria das épocas analisadas.

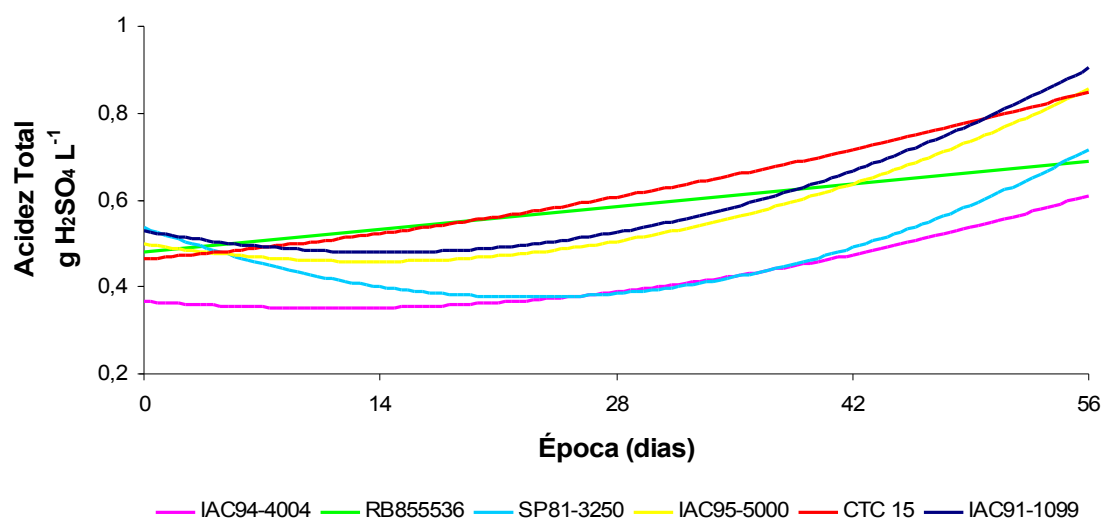


FIGURA 1. Curvas obtidas por regressão polinomial entre os valores de acidez total e época de análise, para os cultivares estudados.

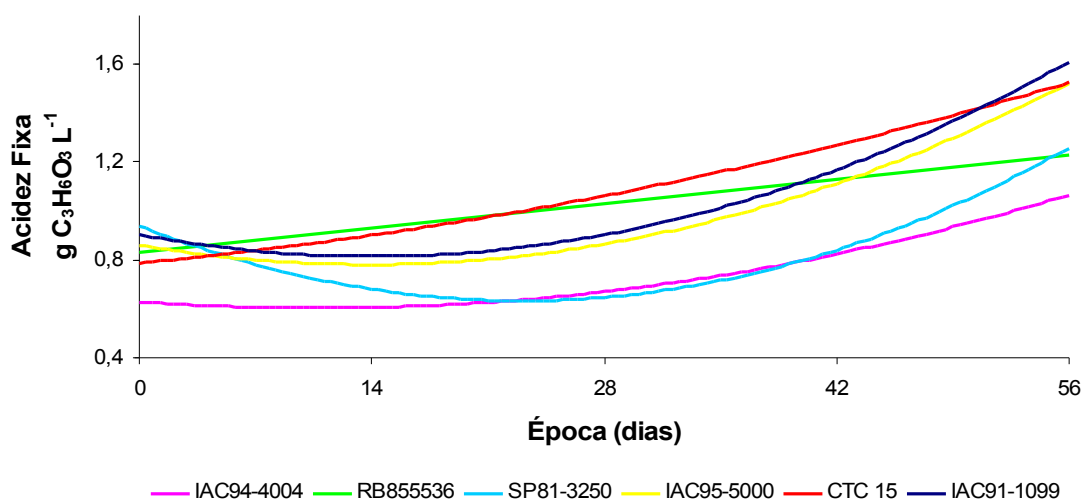


FIGURA 2. Curvas obtidas por regressão polinomial entre os valores de acidez fixa e época de análise, para os cultivares estudados.

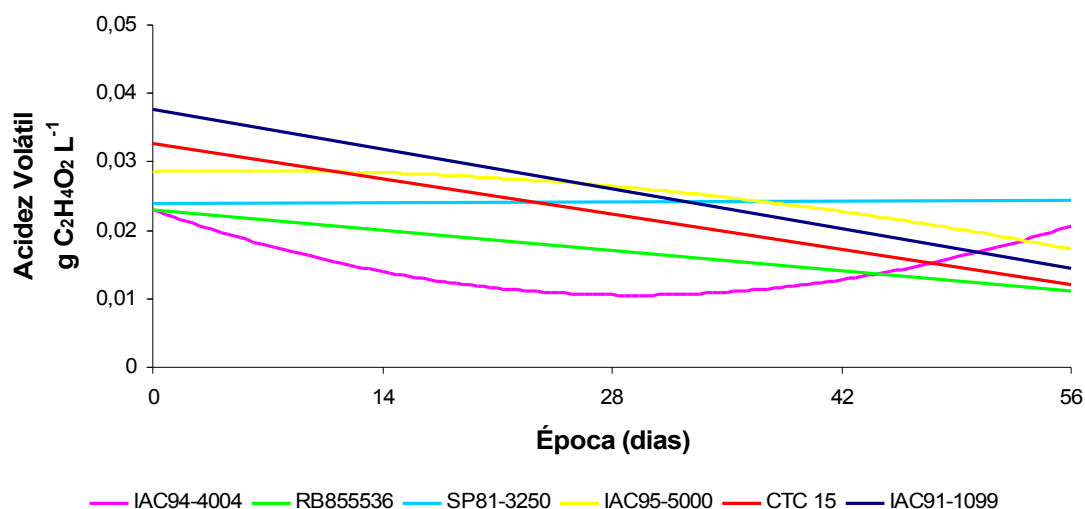


FIGURA 3. Curvas obtidas por regressão polinomial entre os valores de acidez volátil e época de análise, para os cultivares estudados.

CONCLUSÃO

Os valores da acidez total e fixa foram menores nas épocas iniciais, e logo após apresentou tendências em aumentar. O inverso ocorreu para a acidez volátil.

O melhor desempenho foi obtido pelo cultivar IAC94-4004 que apresentou os menores valores de acidez em relação aos demais cultivares, durante o período analisado, que confere a este cultivar, melhor qualidade de matéria prima para o processo industrial. O desempenho menos satisfatório foi obtido pelos cultivares CTC 15 e IAC91-1099 que apresentaram valores elevados de acidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, A. R. et al. Effect of radiation on physiological parameters of the ethanolic fermentation. World journal of microbiology e biotechnology, Netherlands, v 18, p. 41-47, 2002.

CAMPUS, G. A, et. al. Cachaça: Qualidade e Produção. Dissertação (Mestrado) UFLA 1999. p 07-14

CHERUBIN, R. A. Efeitos da adição de benzoato de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). 1998. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa. Produção de informação, Embrapa solos, 1999, 412p

PEREIRA, C.B. Acidez do caldo na caracterização de cultivares de cana-de-açúcar, 2007, 53p – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros e Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

LIMA, A. K. dos S; NÓBREGA, I. C. da C. Avaliação de Parâmetros de Qualidade em Aguardentes de Cana Produzidas no Estado da Paraíba. CNPQ/UFPB. Paraíba. 2004.

MARQUES, M.O.; MACIEL, B.F.; FIGUEIREDO, I.C.; MARQUES, T.A. Considerações sobre a qualidade da matéria-prima. In: MARQUES M.O., MUTTON, M.A., NOGUEIRA, T.A.R., TASSO JÚNIOR, L.C., NOGUEIRA, G.A., BERNARDI, J.H. Tecnologias Na Agroindústria Canavieira. Jaboticabal: FCAV, 2008. p.9-16.

OLIVA NETO, P; YOKOYA, F. Susceptibility of *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria from the alcohol industry to several antimicrobial compounds. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.32, p.10-14, 2001.

SPIRONELLO, A.; RAIJ, B VAN.; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundações IAC, 1996. p. 237-239 (Boletim Técnico, 100).

TASSO JÚNIOR, L. C.; SILVA NETO, H. F.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A.; ROMÁN, R. A. A.; Calidad química em el almacenamiento de la caña de azúcar. In: VIII Tecnicaña – Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar, 8, Memórias, p. 771-779, 2009.

YOKOYA, F. Problemas com contaminantes na fermentação alcoólica. *Stab, Açúcar e Álcool*, Piracicaba, v 9, nº 6, p. 38-39, 1991.